"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و ششم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳

مقاله مروری

DOR: 20.1001.1.23223243.2021.19.1.29.0

کشت دوم کلزا (*Brassica napus* L.) در اراضی شالیزاری: مروری بر تحقیقات انجام شده برای رفع چالش‌ها و پایداری تولید

Second cropping of rapeseed (*Brassica napus* L.) in paddy fields: A rview of researches to meet challenges and production sustainability

محمد ربیعی[۱] و سجاد شاکرکوهی[۲]

چکیده

ربیعی، م.، و س. شاکرکوهی. ۱۴۰۳. کشت دوم کلزا (*Brassica napus* L.) در اراضی شالیزاری: مروری بر تحقیقات انجام شده برای رفع چالش‌ها و پایداری تولید. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۶ (۳): ۲۴۰ -۲۲۴.**

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و افزایش مصرف سرانه روغن خوراکی، توسعه کشت دانه‌های روغنی از اهمیت بالایی برخوردار است. کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی است که با شرایط آب و هوایی اغلب مناطق ایران سازگاری دارد. کشت گیاهان پاییزه در اراضی شالیزاری یکی از راهکارهای افزایش بهره‌وری و افزایش درآمد کشاورزان است. با توجه به سطح وسیع اراضی شالیزاری شمال کشور، کشت پاییزه کلزا در اراضی شالیزاری می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش تولید دانه‌های روغنی و خوداتکایی تولید روغن باشد. هدف از تحقیق حاضر، مروری بر تحقیقات انجام شده روی گیاه کلزا به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور و ارائه راهکارهایی به‌منظور افزایش بهره‌وری و تولید پایدار این محصول است که با استفاده از راهبرد جست‌وجوی PRISMA انجام شد. نتایج نشان داد که به‌دلیل سنگینی بافت خاک اراضی شالیزاری و پرهزینه بودن احداث زه‌کش‌های زیرزمینی، ایجاد زه‌کش‌های سطحی مناسب‌ترین روش برای تسهیل خروج آب از مزرعه است. شیوه کم خاک‌ورزی نسبت به سایر شیوه‌های خاک‌ورزی برای زراعت کلزا در شالیزار دارای مزیت نسبی است. تاریخ مناسب کاشت کلزا در گیلان ۱۰ مهر تا ۱۵ آبان و در مازندران ۱۵ مهر تا ۱۰ آبان است. محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل در مراحل ساقه‌رفتن و گل‌دهی باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف کود نیتروژن در کلزا می‌شود. همچنین رعایت زمان برداشت مناسب، تراکم مطلوب بوته، مدیریت تغذیه، استفاده از بذرهای با کیفیت، استفاده از ارقام زودرس و سازگار با منطقه نقش مهمی در توسعه و پایداری زراعت کلزا در اراضی شالیزاری شمال کشور ایفا می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، زمان برداشت، زودرسی، زه‌کشی و کلزا

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۸

۱- پژوهشگر بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران (مکاتبه کننده، rabiee_md@yahoo.co.uk ✉)
۲- کارشناس بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

Second cropping of rapeseed (*Brassica napus* L.) in paddy fields: A rview of researches to meet challenges and production sustainability

Rabiee, M.[1] and Shaker Kouhi, S.[2]

ABSTRACT

Rabiee, M., and Shaker Kouhi, S. 2025. Second cropping of rapeseed (*Brassica napus* L.) in paddy fields: A rview of the researches to meet challenges and production sustainability**. Iranian Journal of Crop Sciences. 26(1): 224-240. (In Persian).**

Due to the population growth and increasing per capita consumption of edible vegetable oils, the promotion and development of growing oilseed crops is important. Rapeseed is one of the most important oilseed crops that is adapted to the climatic conditions of different regions in Iran. Planting second crop in paddy fields is an approach for increasing the crop productivity and farmers' income. Considering the large areas of paddy fields in the North of Iran, planting rapeseed as a second crop in paddy fields can be helpful and a solution for increasing oil production and self-reliance. The aim of this study was to review researches on rapeseed cultivation as a second crop in paddy fields of the Northern provinces and provide solutions for increasing productivity and promoting sustainable production using the PRISMA search strategy. Results showed that surface drainage is the best method to facilitate water outflow from the soil, due to heavy soil texture and the attendant costs. Minimum tillage for rapeseed planting in paddy fields has a relative advantage over other tillage systems. The optimal planting dates for rapeseed in Guilan and Mazandaran provinces, Iran were found to be from October 10 to November 15 and October 15 to November 10, respectively. The application of top dressing nitrogen fertilizer at the beginning of stem elongation and prior to flowering stages enhance grain yield and improve nitrogen fertilizer use efficiency of rapeseed. Additionally, proper harvesting time, optimal plant density, optimum nutrient management, use of high quality seeds, early maturing and adapted cultivars play important role in the sustainable production of rapeseed in paddy fields of the Northern provinces of Iran.

Key words: Drainage, Early maturity, Harvesting time, Oilseed rape and Productivity

Received: July, 2024 **Accepted: October, 2024**

1. Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran (Corresponding author, 🖂 rabiee_md@yahoo.co.uk)
2. Expert, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran

مقدمه

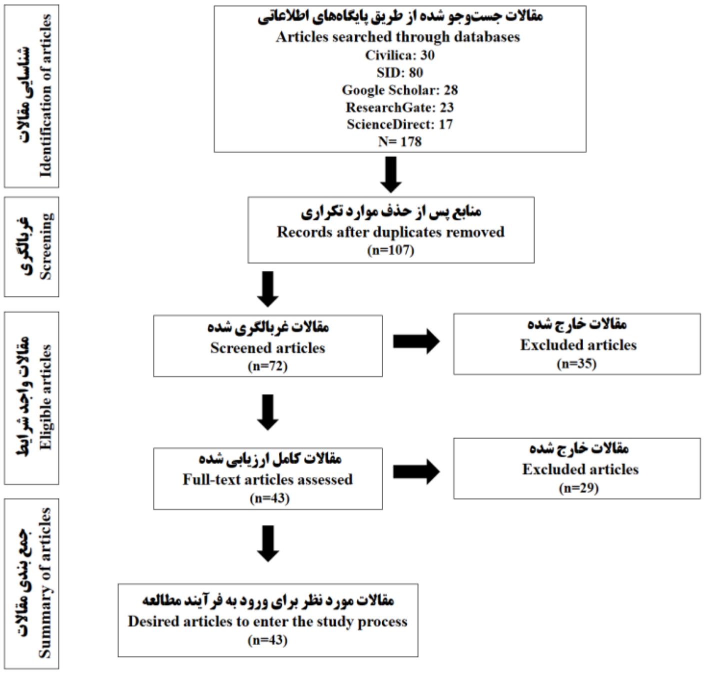
تأمین روغن خوراکی از منابع داخلی پاسخگوی تقاضای فزاینده ناشی از رشد جمعیت نیست و سالانه مقادیر زیـــــادی از منابع ارزی کشور صرف واردات روغن می‌شود. کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که بیشتر به‌منظور تولید روغن کشت شده و در حدود ۱۲ درصد از کل روغن تولیدی جهان از کلزا تامین می‌شود (Poisson *et al.*, 2019; Zheng and Liu, 2022). روغن کلزا به‌دلیل دارا بودن مقدار زیادی اسید اولئیک و اسید لینولئیک و غنی بودن از توکوفرول‌ها، پلی‌فنول‌ها و کاروتنوئیدها، از ارزش غذایی بالایی برخوردار است (Yang *et al.*, 2013; Zheng and Liu, 2022). سازگاری کلزا با شرایط آب و هوایی اکثر مناطق کشور می‌تواند باعث توسعه کشت آن به‌منظور تأمین روغن خام مورد نیاز کشور و کاهش وابستگی به واردات شود. از کلزا می‌توان در تناوب با سایر گیاهان زراعی به‌ویژه غلات استفاده کرد (Rahimi-Moghaddam *et al.*, 2021). با توجه به اهمیت موضوع پایداری در کشاورزی و لزوم اجرای تناوب زراعی، کشت کلزا در تناوب با برنج از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Rabiee *et al.*, 2021a).

کشت دوم پس از برداشت برنج یکی از راهکارهای مهم افزایش بهره‌وری منابع و توانمندی‌های طبیعی و اقتصادی استان‌های شمالی کشور جهت اجتناب از کشت تک‌محصولی برنج، ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزان محسوب می‌شود. توسعه زراعت کلزا به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری می‌تواند باعث افزایش ضریب خوداتکایی و امنیت غذایی کشور شود (Motamed *et al.*, 2022). استان‌های شمالی کشور به‌دلیل دارا بودن آب و هوای معتدل و مرطوب، از شرایط مطلوبی جهت رشد کلزا برخوردار هستند. انطباق دوره رویش کلزا با فصل بارندگی در شمال کشور و امکان قرار گرفتن آن در تناوب با برنج، زمینه گسترش کشت کلزا در این مناطق را فراهم ساخته است (Rabiee *et al.*, 2011a). با توجه به اینکه در استان‌های شمالی کشور سطوح وسیعی از اراضی شالیزاری پس از برداشت برنج در فصول پاییز و زمستان خالی از زراعت هستند، زراعت کلزا علاوه بر تأمین بخشی از روغن مصرفی کشور، زمینه استفاده از این اراضی را در نیمه دوم سال فراهم می‌کند. کشت کلزا پس از برداشت برنج باعث جلوگیری از فرسایش خاک توسط باران‌های شدید، افزایش حاصلخیری خاک، جذب نیترات اضافی خاک، کاهش جمعیت علف‌های هرز و آفات و در نتیجه کاهش مصرف کود و سم می‌شود (Motamed *et al.*, 2022). علاوه بر مزایای عنوان شده، توسعه زراعت کلزا در اراضی شالیزاری با مشکلات و چالش‌هایی نیز روبرو است که از آن جمله می‌توان به همزمانی کشت کلزا با عملیات آماده‌سازی زمین و نشاکاری برنج، بارندگی زیاد در نیمه دوم سال و غرقابی شدن شالیزار، سنگین بودن خاک‌های شالیزاری، عدم وجود طرح جامع زه‌کشی (Dousti Pashakolaee *et al.*, 2017; Yazdani *et al.*, 2007) مدیریت بقایای کلزا، عدم برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب به‌دلیل پراکنده و کوچک بودن اراضی، کمبود ماشین‌آلات و ادوات مخصوص کلزا (Rabiee and Modarresi, 2021)، عدم دستیابی به پتانسیل عملکرد کلزا به‌دلیل آشنا نبودن کشاورزان با روش‌های صحیح مدیریت زراعی (Motamed *et al.*, 2022)، محصور نبودن اراضی و مشکل دام‌های سرگردان اشاره کرد. از این‌رو، هدف از تحقیق حاضر، مروری بر تحقیقات انجام شده کلزا به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور و ارائه راهکارهایی به‌منظور افزایش بهره‌وری و رفع چالش‌های تولید کلزا بوده است.

روش کار

تحقیق حاضر با استفاده از راهبرد جست‌وجوی PRISMA روی تحقیقات انجام شده مربوط به زراعت

کلـزا بـه‌عنوان کشـت دوم در اراضـی شـالیزاری شـمال کشور، انجام شد. در این راستا، کلید واژه‌هـای ترکیبـی کلزا، کشت دوم، برنج و شالیزار و معادل انگلیسی آن‌ها Rapeseed، crop Second، Rice و field Paddy در پایگاه‌های اطلاعاتی سـیویلیکا، Google Scholar، SID، ResearchGate و ScienceDirect جسـت‌وجو شـدند. بـا توجه به تمرکز تحقیق روی کشت دوم کلزا در شالیزار، معیار ورود تحقیقاتی بود کـه بـا هـدف ارزیـابی کشـت کلزا پس از برداشت بـرنج در اراضـی شـالیزاری شـمال کشور انجام شده بود. معیارهـاری خروجی تحقیـق نیـز عدم وجود اطلاعات کافی، عدم دسترسی به متن کامـل مقالات و تکراری بودن تحقیقات بود. در مجموع، ۱۷۸ مقاله از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۴ میلادی یافت شد که پس از حذف موارد تکـراری بـا نرم‌افـزار End Notex8، تعـداد آنها به ۱۰۷ مقاله رسید. پس از آن در مرحله غربالگری، عنوان و چکیده مقالات مورد بررسی قرار گرفت که در انتها تعداد ۷۲ مقاله باقی ماند. پس از بررسی متن کامـل مقالات، تعداد ۴۳ مقاله ثبت و در تحقیق حاضر اسـتفاده شـد (Moher *et al.*, 2015). فراینـد انتخـاب مقـالات در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- روندنمای جست‌وجوی منابع در راهبرد پریسما

Fig. 1. References search flowchart in PRISMA strategy

نتایج و بحث

الف- پژوهش‌های به‌زراعی

۱- خاک‌ورزی

مدیریت بقایای برنج و عملیات آماده‌سازی مجدد زمین از عوامـل محدودکننـده توسعه زراعـت کلـزا در اراضی شالیزاری به‌شـمار مـی‌رود. اجـرای شـخم کامـل بـرای کشـت کلـزا پـس از برداشـت بـرنج در اراضـی شالیزاری بـه‌دلیل رطوبـت بـالای خـاک، سـنگین بـودن بافت خـاک و بارندگی‌های زیـاد فصـل پـاییز، می‌توانـد باعث تـاخیر یـا از دسـت دادن فصـل کشـت و تخریـب ساختمان خاک شـود (Rabiee *et al.*, 2021b)، بنـابراین انتخاب شیوه مناسب خاک‌ورزی برای زراعت کلـزا در شالیزار جهت ایجاد شرایط مطلوب خاک بـرای رشـد و نمو گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در ارزیابی اثر روش‌های خاک‌ورزی، شیوه کاشت و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد کلزا در اراضی شالیزاری در رشت گزارش شد که بین روش‌های خاک‌ورزی، خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی، بیشترین عملکرد دانه را داشتند و به‌طور مشترک در یک گروه قرار گرفتند. نتایج نشان داد (جدول ۱) که تیمار کم خاک‌ورزی به‌دلیل سهولت کار و بالاتر بودن کارایی مصرف انرژی، بهترین روش خاک‌ورزی در اراضی شالیزاری منطقه است (Rabiee *et al.*, 2021b). دانشورراد و همکاران (Daneshvar rad *et al.*, 2009) در ارزیابی اثر روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر عملکرد کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزار گزارش کردند که از نظر شاخص‌های اقتصادی، کشت کلزا در بقایای برنج و کم خاک‌ورزی، علی‌رغم کاهش عملکرد نسبت به روش‌های خاک‌ورزی متداول و بدون خاک‌ورزی، دارای برتری نسبی است. علیزاده و علامه (Alizadeh and Allameh, 2015) با ارزیابی اثر شیوه‌های خاک‌ورزی بر عملکرد کلزا در اراضی شالیزاری رشت گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی متداول و کم خاک‌ورزی وجود نداشت. با این وجود، کمترین عملکرد دانه کلزا (۱۳۸۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون خاک‌ورزی به‌دست آمد. در یک آزمایش درباره اثر خاک‌ورزی، رقم و میزان بذر بر عملکرد ارقام کلزا و برخی از ویژگی‌های زیستی و فیزیکی خاک در مازندران گزارش شد که اگرچه روش خاک‌ورزی متداول نسبت به کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی برتری داشت، اما استفاده از روش بی‌خاک‌ورزی و یا کم خاک‌ورزی جهت پایداری زراعت کلزا مفیدتر است (Torabi *et al.*, 2008).

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه، کارایی مصرف انرژی و درآمد خالص زراعت کلزا در تیمارهای روش خاک‌ورزی

Table 1. Mean comparison of seed yield, energy use efficiency and net income of rapeseed in tillage treatments (Rabiee *et al.*, 2021b)

Tillage methods	روش‌های خاک‌ورزی	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})	کارایی مصرف انرژی Energy use efficiency (Mj.ha^{-1}) (Output:Input)	درآمد خالص Net income (1000 Rials)
No-tillage	بدون خاک‌ورزی	2944b	3.33a	40098b
Minimum tillage	کم خاک‌ورزی	3303a	3.32a	48493a
Conventional tillage	خاک‌ورزی متداول	3357a	3.12b	47328a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

۲- تاریخ کاشت

عملکرد دانه کلزا همبستگی بالایی با تاریخ کاشت دارد. تاخیر در کشت کلزا باعث مواجه شدن دوره رسیدگی دانه با دمای بالا شده و در نتیجه باعث افزایش شدت تنفس، کاهش ذخیره مواد فتوسنتزی، کاهش وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود (Adamsen and Coffelt, 2005). کشت زودهنگام کلزا در اراضی شالیزاری شمال کشور، به‌دلیل بالا بودن دما در ابتدای فصل باعث حمله احتمالی آفات می‌شود و از طرف دیگر به‌علت هم‌زمانی گل‌دهی کلزا با بارش برف در ماه‌های دی و بهمن، احتمال خطر سرمازدگی و کاهش عملکرد دانه وجود دارد. گزارش شده است که کشت کلزا در گیلان در فاصله ۱۰ مهر تا ۱۵ آبان با موفقیت امکان‌پذیر است و بیشترین عملکرد دانه و روغن در زمان کاشت دهه سوم مهر به‌دست آمد (Rabiee *et al.*, 2004). در ارزیابی اثر تاخیر در کاشت

بـر عملکـرد دانـه کلـزا در مازنـدران گـزارش شـد که کاشت کلـزا در تـاریخ ۲۵ آبـان (کشـت تـاخیری) در مقایسـه بـا تـاریخ کاشـت ۲۵ مهـر (تـاریخ کاشـت مطلـوب) باعـث کـاهش معنـی‌دار عملکـرد دانـه شـد (Rameeh, 2016). مقایسه اثـر تاریخ‌هـای کاشـت ارقـام کلزا به‌عنوان کشت دوم در اراضـی شـالیزاری در آمـل نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط بـه رقـم ساری گل در تاریخ کاشـت ۱۹ مهـر بـا میـانگین ۲۲۸۶ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین عملکرد دانه مربوط بـه هیبرید هایولا ۴۰۱ در تاریخ کاشت ۹ آبـان بـا میـانگین ۱۳۹۲ کیلـوگرم در هکتـار بـود (Eliasi *et al.*, 2008). مظفری و همکاران (Mozafari *et al.*, 2011) در بررسـی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقـم کلزا در مازندران گزارش کردند که از نظر کلیه صفات گیاهی مورد بررسی، تـاریخ کاشـت ۳۰ مهـر نسـبت بـه تـاریخ کاشـت ۱۰ آبـان برتـری داشـت. نتـایج یـک آزمـایش در بـاره اثـر تـاریخ نشـاکاری بـر عملکـرد و اجزای عملکرد کلزا به‌عنوان کشت دوم در رشت نشـان داد که تاریخ کاشت بهینه بر عملکرد دانه کلزا اثر قابـل توجهی داشت و تاخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد دانه شد و بهترین تاریخ نشـاکاری کلـزا ۱۰ آبـان تـا ۳۰ آبان پیشنهاد شد (Golmohammadi and Nahvi, 2009). تاریخ مناسب کاشت کلزا به‌عنوان کشت دوم در مناطق دشت و میان‌بند ۱۵ مهر تا ۳۰ مهر و در مناطق جلگـه‌ای در اراضی شـالیزاری اسـتان گـیلان ۱۰ مهـر تـا ۱۰ آبـان پیشنهاد شده است (Rabiee and Modarresi, 2021).

۳- روش کاشت

بـا توجـه بـه غیریکنـواختی بافـت خـاک و زه‌کشـی اراضـی شـالیزاری، دو روش کشـت مسـتقیم و نشـایی کلزا پس از برداشت برنج در شالیزار توصیه شده است. کشــت مســتقیم بــذر بــه دو روش بذرپاشــی پــیش از برداشت محصول بـرنج و بذرپاشـی بعـد از برداشـت بـرنج قابـل اجـرا اسـت. از مزایـای بذرپاشـی پـیش از برداشت بـرنج می‌تـوان فـراهم بـودن رطوبـت کـافی در خــاک بــرای جوانــه‌زنی بــذر، ســایه انــدازی بوتــه‌های بــرنج روی گیاهچــه‌های جــوان کلــزا، سهولت کاشـت بـذر و کـم هزینـه بـودن آن را نـام بـرد (Rabiee and Modarresi, 2021). وقـوع بارنـدگی، رطوبـت بـالای خـاک و عـدم زه‌کشـی در اراضـی شالیزاری باعث عدم امکان آماده‌سازی به موقع زمـین و در نتیجه عدم جوانه‌زنی یکنواخت بـذر و عـدم اسـتقرار مطلوب گیاهچه‌های کلزا می‌شود. برای رفع این مشـکل می‌توان کلزا را به‌صورت نشاکاری در اراضی شالیزاری کشت کرد. کشت نشایی کلزا دارای مزایایی چون عدم از بـین رفـتن گیاهچـه‌هـا در ابتـدای فصـل در اثـر بارنـدگی‌هـای زیـاد، اسـتقرار بهتـر گیاهچـه‌ها، ایجـاد تراکم مناسـب بوتـه، کـاهش رقابـت علف‌هـای هـرز و زودرسی گیاه است (Rabiee *et al.*, 2011b).

نتایج یک آزمایش نشان داد که روش کشت نشایی کلــزا در مقایســه بــا کشــت مســتقیم بــذر، باعــث افــزایش عملکــرد دانــه، عملکــرد زیســتی، عملکــرد روغــن و عملکــرد پــروتئین کلــزا شــد (جــدول ۲) (Rabiee *et al.*, 2021a). ربیعــی و همکــاران (Rabiee *et al.*, 2011b) گـزارش کردنـد کـه کشـت نشایی ارقام کلزا در تاریخ اول آبان تا اول آذر بـه‌عنوان کشـت دوم در شـالیزار بـا موفقیـت امکان‌پـذیر اسـت و کشت در اواسط آبان، بیشینه عملکرد دانه و شـاخص برداشـت روغـن کلـزا را بـه همـراه داشـت. آن‌هـا بیان کردند، در مواقعی کـه امکـان کشـت مسـتقیم بـذر بــه‌دلیل شــرایط نامســاعد و غرقــابی بــودن زمــین مقدور نیست، کشـت نشـایی کلـزا قابـل توصـیه اسـت. از کشت نشایی کلزا می‌تـوان جهـت واکـاری کپـه‌های از دسـت رفتـه در روش بـذرکاری مسـتقیم اسـتفاده کرد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی کلزا رقم دلگان در شیوه‌های کاشت بذرکاری مستقیم نشاکاری

Table 2. Mean comparison of plant traits of rapeseed cv. Delgan in direct seeding and transplanting methods (Rabiee *et al.*, 2021a)

Planting method	شیوه کاشت	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha-1)	عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha-1)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha-1)	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha-1)
Direct seeding	بذرکاری مستقیم	3156b	9476b	1330b	634.8b
Transplanting	نشاکاری	3246a	9727a	1379a	663.8a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

نتایج ارزیابی اقتصادی روش‌های کشت کلزا نشان داد که کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم سودآوری کمتری دارد (Soleimanzadeh *et al.*, 2022; Hu *et al.*, 2017). نتایج یک آزمایش درباره اثر شیوه کشت بر عملکرد و شاخص‌های اقتصادی تولید کلزا در شالیزار نتایج نشان داد که بین روش‌های کشت، روش کشت نشایی به‌دلیل هزینه بالا که عمدتاً مربوط هزینه کارگری بود، میزان درآمد خالص و نسبت سود به هزینه کمتری در مقایسه با کشت مستقیم بذر داشت (Rabiee and Shaker Kouhi, 2024). با این حال، با توجه به عملکرد بالا و تداخل کمتر کشت نشایی کلزا با کشت برنج، استفاده از راهکارهای مناسب برای کاهش هزینه تولید این روش لازم است. در کشور چین که یکی از بزرگترین کشورهای تولید کننده کلزا است، تحقیقات زیادی در خصوص کشت نشایی ماشینی کلزا توسط دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی صورت گرفته است که نتایج آن در استان هوبی که یکی از استان‌های اصلی تولید کننده کلزا است، موفقیت آمیز بوده است (Liu *et al.*, 2015). با توجه به تجربه موفق استان هوبی در چین و شباهت اقلیمی این منطقه با استان‌های شمالی کشور، کشت نشایی ماشینی کلزا می‌تواند به افزایش سطح زیر کشت کلزا در اراضی شالیزاری شمال کشور کمک کند.

۴- فواصل کاشت و تراکم بوته

انتخاب فواصل کاشت و تراکم بوته مناسب نقش مهمی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در شرایط شالیزاری دارد. پایین بودن تراکم بوته در مزرعه باعث افزایش جمعیت علف‌های هرز و عدم استفاده بهینه از خاک، نور و عوامل محیطی می‌شود. بالا بودن بیش از حد تراکم بوته نیز باعث افزایش احتمال وقوع خوابیدگی بوته و شیوع بیماری‌ها می‌شود. در اراضی شالیزاری به‌علت رطوبت بالای خاک در زمان خاک‌ورزی، اغلب تهیه بستر برای کلزا امکان‌پذیر نیست، در نتیجه به‌دلیل پایین بودن درصد سبز شدن گیاهچه‌ها و برای ایجاد تراکم مطلوب، مقدار بذر بیشتری (نسبت به مقدار توصیه شده) کاشته می‌شود. تراکم مناسب بوته برای ارقام کلزای بهاره آزادگرده‌افشان ۶۰ بوته در مترمربع و برای ارقام هیبرید ۵۰ بوته در مترمربع توصیه شده است (Rabiee and Modarresi, 2021). ربیعی (Rabiee, 2012) در ارزیابی اثر فاصله کاشت و مقدار کود نیتروژن بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی کلزا در کشت دوم در اراضی شالیزاری گیلان گزارش کرد که اثر فاصله کاشت بر عملکرد دانه و عملکرد روغن کلزا معنی‌دار نبود، هرچند فاصله ۲۰ سانتی‌متر در مقایسه با فواصل ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر عملکرد دانه و عملکرد روغن بالاتری داشت (جدول ۳). نتایج مشابهی توسط حسین‌زاده و همکاران (Hosseinzadeh *et al.*, 2008) و جعفری‌فر و همکاران (Jafarifar *et al.*, 2010) گزارش شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و عملکرد روغن کلزا رقم هایولا ۳۰۸ در تیمارهای فاصله کاشت

Table 3. Mean comparison of seed yield and oil yield of rapeseed *cv*. Hayola 308 in row spacing treatments (Rabiee, 2012)

Row spacing	فاصله کاشت	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد روغن Oil yield ($kg.ha^{-1}$)
20 cm	۲۰ سانتی‌متر	1974a	887.4a
25 cm	۲۵ سانتی‌متر	1883a	850.1a
30 cm	۳۰ سانتی‌متر	1809a	819.7a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

۵- مدیریت تغذیه

عملکرد دانه و کیفیت کلزا تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله تغذیه گیاهی قرار می‌گیرد. مصرف بهینه کود نیتروژن نقش تعیین‌کننده‌ای در دستیابی به عملکرد مناسب کلزا ایفا می‌کند و باعث افزایش عملکرد و کیفیت روغن، جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی و افزایش کارایی کود می‌شود (Ma and Herath, 2016). در ارزیابی اثر کود نیتروژن (صفر، ۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در مازندران، گزارش شد که بیشترین عملکرد کلزا در تیمار ۲۱۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. افزایش عملکرد کلزا با افزایش مصرف کود نیتروژن، به افزایش طول دوره گل‌دهی و تعداد خورجین در بوته نسبت داده شد (Rameeh and Salimi, 2015). ربیعی و همکاران (Rabiee *et al.*, 2021b) گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه کلزا (۴۰۹۲/۲ کیلوگرم در هکتار) در کشت دوم در شالیزار با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که البته با تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. در یک آزمایش اثر سطوح نیتروژن (۹۸، ۱۴۰، ۱۸۲ و ۲۲۴ کیلوگرم در هکتار) و فواصل کاشت بر عملکرد دانه کلزا در کشت دوم پس از برداشت برنج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و روغن کلزا با مصرف ۲۲۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (Rabiee and Jilani, 2012). در بررسی اثر مقادیر کود نیتروژن (صفر، ۱۸۰، ۲۴۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم (۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد دانه کلزا پس از برداشت برنج در شالیزار، گزارش شد که تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم باعث افزایش عملکرد و کارآیی مصرف کود نیتروژن شد (Rabiee and Tousi Kehal, 2011). مصرف کود اوره به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار که یک سوم آن در هنگام کاشت و دوسوم دیگر به صورت سرک، فسفات آمونیوم ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (در هنگام کاشت) در اراضی شالیزاری پیشنهاد شد (Rabiee and Modarresi, 2021). البته باید به این نکته اشاره کرد که مقدار مصرف کود در کلزا به خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و محتوای عناصر غذایی آن بستگی دارد، بنابراین لازم است توصیه کودی بر اساس نتایج آزمون خاک انجام شود.

علاوه بر مصرف سرک کود نیتروژن به صورت خاکی، تغذیه برگی به‌صورت محلول‌پاشی نیز می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه کلزا شود (Tousi Kehal *et al.*, 2011). ربیعی و همکاران (Rabiee *et al.*, 2014b) در بررسی اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن بر کشت کلزا در شالیزار گزارش کردند که محلول‌پاشی در سطح ده در هزار

نیتروژن در مرحله ۶ تا ۸ برگی+ ساقه رفتن + قبل از گل‌دهی و مرحله ساقه رفتن + قبل از گل‌دهی، باعث افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا شد. طوسی کهل و همکاران (Tousi kehal *et al.*, 2011) گزارش کردند که محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل در مراحل ساقه‌رفتن و گل‌دهی باعث افزایش عملکرد دانه و کارآیی مصرف کود نیتروژن در کلزا شد. در آزمایشی تأثیر عناصر گوگرد، بُر و روی بر عملکرد دانه و کیفیت کلزا به‌عنوان کشت دوم در شالیزار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه و اجزای عملکرد، روغن دانه و اسیدهای چرب کلزا در تیمار ترکیب سه‌گانه عناصر بُر، گوگرد و روی به‌دست آمد (Majidian *et al.*, 2015). در ارزیابی اثر محلول‌پاشی سولفات روی و سولفات منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در گیلان گزارش شد که مصرف سولفات روی همراه با سولفات منگنز باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیستی کلزا شد (Fani Akhlaghe *et al.*, 2012).

۶- زه‌کشی

یکی از مشکلات عمده در کشت دوم گیاهان زراعی از جمله کلزا در اراضی شالیزاری، آبگیر بودن زمین است. پس از برداشت برنج، به‌دلیل سنگین بودن بافت خاک و بارندگی زیاد، شرایط غرقابی در زمین بوجود می‌آید که برای رشد اکثر گیاهان زراعی نامناسب است (Rabiee and Modarresi, 2021). بنابراین احداث زه‌کش جهت حصول عملکرد مناسب گیاهان کشت دوم، غیرقابل اجتناب است. نتایج یک آزمایش نشان داد که افزایش مدت غرقابی از دو روز به ۱۰ روز باعث کاهش‌معنی‌دار عملکرد دانه و محتوای روغن دانه کلزا شد (جدول ۴). در نتیجه، برای دستیابی به عملکرد مطلوب کلزا در کشت دوم، طراحی زه‌کش‌های سطحی مناسب که قادر به تخلیه آب اضافی در مدت کمتر از دو روز باشند، باید مورد توجه قرار گیرد (Farzam Sefat *et al.*, 2010).

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و محتوای روغن دانه کلزا در تیمارهای مدت غرقابی

Table 4. Mean comparison of seed yield and seed oil content of rapeseed in waterlogging duration treatments (Farzam Sefat *et al.*, 2010)

Waterlogging duration	مدت غرقابی	عملکرد دانه Seed yield (g.pot^{-1})	روغن دانه Seed oil content (%)
2 days	۲ روز	37.7a	43.1a
5 days	۵ روز	36.8a	42.4b
7 days	۷ روز	34.9b	41.7c
10 days	۱۰ روز	30.2c	39.6d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probabilitylevel, using LSD test

در ارزیابی اثر شیوه‌های زه‌کشی بر عملکرد کلزا در اراضی شالیزاری گزارش شد که شاخص‌های مورد بررسی کلزا در کرت‌های دارای زه‌کشی زیرزمینی به‌طور معنی‌داری بیشتر از زه‌کشی سطحی بود. بر اساس نتایج، اجرای زه‌کش‌های با عمق ۰/۹ متر و فاصله ۳۰ متر و زهکش‌های دو عمقی باعث افزایش عملکرد دانه به‌ترتیب ۵۵ و ۳۵ درصد نسبت به زه‌کشی سطحی شد (Dousti Pashakolaee *et al.*, 2017). یزدانی و همکاران (Yazdani *et al.*, 2007) در یک آزمایش با مقایسه نوع و فاصله زه‌کش‌های سطحی در زراعت کلزا به‌عنوان کشت دوم در رشت گزارش دادند که بیشترین عملکرد کلزا در تیمار زه‌کشی با فاصله چهار متر و دارای زه‌کش عرضی حاصل شد. محاسبه هزینه‌های زه‌کشی و سایر هزینه‌ها نشان داد که تیمارهای چهار و شش متری

زه‌کش‌ها با جویچه‌های عرضی از نظر اقتصادی به صرفه است.

۷- زمان برداشت

زمان برداشت از مهم‌ترین و حساس‌ترین عملیات در زراعت کلزا به‌شمار می‌رود. یکی از چالش‌های زراعت کلزا به‌عنوان کشت دوم در اراضی شالیزار، تداخل زمان برداشت کلزا با کشت برنج در اردیبهشت است. بنابراین برداشت محصول کلزا باید به ترتیبی باشد که ضمن تولید بیشترین مقدار عملکرد دانه و روغن، حاصل شود با آماده‌سازی زمین برای کشت برنج تداخل نداشته باشد. برداشت زودهنگام کلزا باعث عدم پرشدن مناسب دانه‌ها، افزایش محتوای کلروفیل و اسیدهای چرب آزاد روغن دانه شده و کیفیت روغن کاهش می‌یابد (Rabiee and Modarresi, 2021). تاخیر در برداشت محصول کلزا نیز باعث باز شدن خورجین‌ها و ریزش دانه‌ها می‌شود. رامئه (Rameeh, 2016) در ارزیابی اثر تاخیر در برداشت ارقام کلزا بر ریزش دانه در مازندران گزارش کرد که برداشت دیرهنگام باعث افزایش ریزش دانه‌ها و کاهش عملکرد دانه می‌شود. در نتایج یک آزمایش گزارش شد که بهترین زمان برداشت ارقام کلزا در کشت دوم در شرایطی است که رطوبت دانه‌های یک‌سوم پایینی ساقه اصلی حدود ۳۵ درصد باشد. در این شرایط ضمن افزایش عملکرد دانه و روغن، طول دوره رسیدگی نیز در حدود ۶ تا ۱۰ روز کاهش یافت (Rabiee *et al.*, 2014a). مهدی‌پور و همکاران (Mehdipour *et al.*, 2022a) گزارش کردند که برای لاین‌های کلزای مورد ارزیابی، بهترین زمان برداشت در شرایطی است که رطوبت دانه‌های یک‌سوم پایینی ساقه اصلی ۳۰ تا ۴۰ درصد باشد. در این شرایط علاوه بر افزایش عملکرد دانه، ریزش دانه‌ها کاهش یافته و رسیدگی محصول در حدود هفت روز کوتاه‌تر شد که این موضوع امکان توسعه زراعت کلزا را به‌علت عدم هم‌پوشانی با نشاکاری برنج فراهم می‌سازد.

برداشت غیرمستقیم یا برداشت دو مرحله‌ای، یک روش مناسب برای برداشت زودتر کلزا و خالی شدن مزرعه برای نشاکاری برنج است. در این روش با تغییر رنگ خورجین‌ها به زردی، می‌توان محصول را برداشت کرده و سپس آن را به مدت ۳ تا ۵ روز برای کاهش رطوبت دانه در معرض آفتاب قرار داد. با توجه به این‌که در برداشت غیرمستقیم ساقه و خورجین‌ها سبز و آبدار هستند، می‌توانند تا چند روز پس از برداشت برای پر شدن دانه‌ها به‌عنوان یک منبع عمل کنند. بنابراین روش غیرمستقیم امکان برداشت زودتر بدون کاهش عملکرد دانه را امکان‌پذیر می‌کند (Rabiee and Modarresi, 2021). مرحله مناسب برای برداشت غیرمستقیم کلزا هنگامی است که ۴۰ تا ۵۰ درصد دانه‌های قسمت میانی گل‌آذین ساقه اصلی به رنگ قهوه‌ای روشن تا سیاه درآیند و رطوبت دانه‌ها به حدود ۳۵ درصد برسد (Rabiee *et al.*, 2014a).

یک روش دیگر برای عدم تداخل برداشت کلزا با نشاکاری برنج، محلول‌پاشی مواد خشکاننده قبل از برداشت کلزا برای تسریع در کاهش رطوبت دانه و برداشت زودتر محصول می‌باشد. نتایج یک آزمایش انجام شده در موسسه تحقیقات برنج کشور نشان داد که اثر محلول‌پاشی مواد خشکاننده (کلرات سدیم، رانداپ، بنتازون و گلای فوزیت آمونیوم) بر کاهش رطوبت دانه کلزا معنی‌دار بود و استفاده از آن‌ها می‌تواند برداشت محصول کلزا را بین سه تا هفت روز تسریع کند. کنترل علف‌های هرز و سهولت در برداشت کلزا از سایر مزایای استفاده از خشکاننده‌ها به‌شمار می‌رود (Rabiee *et al.*, 2012). به طور کلی ۵ تا ۱۵ اردیبهشت به‌عنوان مناسب‌ترین زمان برداشت کلزا به‌منظور حداقل هم‌پوشانی با نشاکاری برنج قابل توصیه است.

ب- پژوهش‌های به‌نژادی

برای دستیابی به عملکرد پتانسیل کلزا، مجموعه‌ای از عوامل محیطی، ژنتیکی و برهمکنش آن‌ها (Zhang *et al.*, 2017) و مدیریت زراعی

دخیل هستند (Xu *et al.*, 2019). به‌دلیل هم‌پوشانی نشاکاری برنج با برداشت کلزا، استفاده از ارقام زودرس از اولویت‌های اصلی در به‌نژادی و معرفی ارقام کلزا برای کشت در اراضی شالیزاری به‌شمار می‌رود. علاوه بر زودرسی، عملکرد دانه، تحمل به شرایط غرقابی، مقاومت به خوابیدگی بوته، یکنواختی رسیدگی و درصد و ترکیب اسیدهای چرب روغن نیز باید مورد توجه قرار گیرند (Rabiee and Rahimi, 2014). در کشور چین طی ده سال، ۲۱۵ رقم جدید کلزا برای کشت دوم پس از برداشت برنج معرفی شده است. عملکرد دانه تعدادی از این ارقام بیش از ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. این ارقام دارای تعداد شاخه فرعی و خورجین کمتر و ارتفاع بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بیشتری نسبت به ارقام قدیمی‌تر هستند. بر اساس این راهبرد، تعداد بوته‌ها از ۲۲۵ تا ۳۰۰ هزار به ۳۴۵ تا ۴۰۵ هزار بوته در هکتار افزایش یافته و علاوه بر زودرس بودن، میانگین عملکرد آن‌ها نیز تا ۹/۳۴ درصد بیشتر است (Hu *et al.*, 2017). این موضوع نشان دهنده اهمیت بالای تحقیقات برای تولید و معرفی ارقام جدید سازگار با شرایط محیطی هر منطقه است. بنابراین توسعه سطح زیرکشت کلزا در اراضی شالیزاری در ایران نیاز به اصلاح و معرفی ارقام سازگار با این شرایط دارد.

هیبرید هایولا ۴۸۱۵ از ارقام پرمحصول و زودرس برای کشت در اراضی شالیزاری، به‌ویژه در مناطقی که نشاکاری برنج زود انجام می‌شود، توصیه می‌شود. این رقم بهاره بوده و عملکرد آن در صورت مدیریت صحیح به بیش از سه تن در هکتار می‌رسد. مقاومت به خوابیدگی بوته، رسیدگی یکنواخت و سازگاری خوب با شرایط آب‌وهوایی استان‌های شمالی کشور از دیگر مزیت‌های این رقم است (Rabiee and Modarresi, 2021). رقم RGS003 با میانگین عملکرد دانه ۲/۵ تن در هکتار، در تناوب کشت کلزا با برنج در اراضی شالیزاری استان گیلان در مناطقی که نشاکاری برنج دیرتر انجام می‌شود (اواخر اردیبهشت یا اوایل خرداد)، قابل توصیه است. رقم دلگان یک رقم با عملکرد نسبتا بالا، ارتفاع مناسب اولین خورجین از سطح زمین برای سهولت در برداشت ماشینی و زودرسی نسبی، برای کشت پس از برنج در اراضی شالیزاری شمال کشور توصیه می‌شود (Rabiee and Modarresi, 2021). رقم صفار یک رقم زودرس بهاره برای کشت دوم در اراضی شالیزاری شمال کشور و مناطق با فصل رشد کوتاه معرفی شده است (Fanaei *et al.*, 2023).

نتایج آزمایش حسین‌زاده و همکاران (Hosseinzade *et al.*, 2008) مربوط به مقایسه عملکرد و کارایی مصرف تابش ارقام کلزا در موسسه تحقیقات برنج کشور نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم ساری‌گل بود. ربیعی و رحیمی (Rabiee and Rahimi, 2014) در مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌های کلزا برای کشت دوم در شالیزارهای گیلان گزارش کردند که رقم هایولا ۴۰۱ به‌علت زودرس‌تر بودن و عملکرد دانه بیشتر، به‌عنوان ژنوتیپ برتر برای کشت در اراضی شالیزاری رشت قابل توصیه است. بیات و همکاران (Bayat *et al.*, 2008) گزارش کردند که ارقام هایولا ۴۲۰، هایولا ۴۰۱ و هایولا ۳۳۰ به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا جهت کشت دوم در اراضی شالیزاری رشت قابل پیشنهاد هستند. مهدی‌پور و همکاران (Mehdipour *et al.*, 2022b) با مقایسه لاین‌های برتر و سازگار کلزا در رشت گزارش دادند که لاین SRL-98-17، بیشترین مقدار عملکرد دانه (۳۷۷۳ کیلوگرم در هکتار) و کوتاه‌ترین طول دوره رشد (۱۹۶ روز) را داشته و به‌عنوان لاین برتر شناخته شد. در استان‌های گیلان و مازندران ارقام زودرس بهاره از جمله هایولا ۴۸۱۵، دلگان و صفار برای اراضی شالیزاری با محدودیت طول دوره رشد و ارقام هایولا ۵۰ و هایولا ۴۲۰، تراپر و آگاماس برای شالیزارهای بدون محدودیت طول دوره رشد مناسب هستند

(Rabiee and Modarresi, 2021). در حـال حاضـر تلاش‌های زیادی درخصوص معرفی ارقام و لاین‌های زودرس پرمحصول و مناسب برای شرایط شالیزاری در حال انجام است و هر ساله آزمایشات سازگاری توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه و نهال بذر به‌منظور شناسایی و معرفی ارقام مناسب برای شرایط شالیزاری اجرا می‌شود.

توسعه زراعت کلزا در اراضی شالیزاری استان‌های شمالی علاوه بر تأمین بخشی از روغن مصرفی کشور و مزایای دیگری که به آن‌ها اشاره شد، از جنبه دیگری نیز حائز اهمیت است. در شرایطی که در بیشتر مناطق کشور، کلزا برای سبز شدن و تکمیل مراحل رشدی نیاز به آبیاری دارد، در مناطق شمالی رطوبت مورد نیاز جهت سبز شدن و رشد گیاه کلزا، از طریق بارندگی تأمین می‌شود و این موضوع علاوه بر کاهش فشار به منابع آبی، باعث کاهش هزینه تولید نیز می‌شود. به‌علاوه به دلیل تناوب کلزا با برنج، اکثر آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز (خصوصاً خردل وحشی) که در سایر مناطق کشور مشکلات زیادی را در زراعت کلزا ایجاد می‌کنند، در شرایط شالیزاری وجود ندارند. با توجه به اینکه کلزا گیاهی مدیریت‌پذیر است و پاسخ مناسبی به مدیریت بهینه زراعی نشان می‌دهد، رعایت اصول بەزراعی و به‌نژادی و ادامه تحقیقات کاربردی نقش مهمی در نزدیک‌تر شدن به عملکرد پتانسیل این گیاه دارند. از این‌رو، اصلاح و معرفی ارقام خیلی زودرس با عملکرد پتانسیل بالا نقش مهمی در تحقق توسعه سطح زیرکشت کلزا در اراضی شالیزاری دارد.

نتیجه‌گیری

رعایت اصول به‌زراعی و به‌نژادی نقش مهمی در توسعه و پایداری زراعت کلزا در اراضی شالیزاری شمال کشور دارد. روش کم خاک‌ورزی به‌دلیل ایجاد شرایط مطلوب برای رشد گیاه و کاهش هزینه‌های تولید، به‌عنوان مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی برای کشت کلزا در شالیزار شناخته شده است. به‌دلیل پرهزینه بودن احداث زه‌کش‌های زیرزمینی در اراضی شالیزاری، احداث زه‌کش‌های سطحی به‌منظور تسهیل خروج آب از مزرعه و جلوگیری از وقوع غرقابی، گزینه مناسب‌تری است. در شرایط غرقابی در اراضی شالیزاری، کشت نشایی کلزا بر کشت مستقیم بذر ارجحیت دارد. با این حال، به‌دلیل هزینه بالای کشت نشایی دستی، نبود دستگاه‌های مناسب نشاکاری ماشینی و با در نظر گرفتن منافع اقتصادی کشاورزان، در شرایط فعلی کشت مستقیم کلزا ترجیح داده می‌شود. براساس نتایج تحقیقات، تاریخ مناسب کاشت کلزا در گیلان ۱۰ مهر تا ۱۵ آبان و در مازندران ۱۵ مهر تا ۱۰ آبان است.

با توجه به وضعیت اقلیمی و میزان بارندگی مناطق شمالی کشور، جهت دستیابی به عملکرد مناسب و اقتصادی زراعت کلزا در اراضی شالیزاری، مصرف کود نیتروژن بیشتری در مقایسه با سایر نقاط کشور مورد نیاز است. محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل در مراحل ساقه‌رفتن و گل‌دهی باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف کود نیتروژن در کلزا خواهد شد. ارزیابی میدانی از وضعیت کلی زراعت کلزا در اراضی شالیزاری نشان داده است که بیشتر مزارع شالیزاری، به‌ویژه در استان گیلان، از نظر وضعیت تغذیه وضعیت نامطلوبی دارند و عدم مصرف یا مصرف کم کودهای شیمیایی، به‌ویژه عناصر غذایی پرمصرف، یکی از دلایل اصلی کاهش عملکرد و سودآوری و در نتیجه عدم استقبال کشاورزان از زراعت کلزا است. از این‌رو توصیه می‌شود، جهت توسعه زراعت کلزا در شالیزار باید به مدیریت عناصر غذایی توجه ویژه‌ای شود. بهترین زمان برداشت محصول کلزا در شرایطی است که رطوبت دانه‌های یک‌سوم پایینی ساقه اصلی ۳۰ تا ۴۰ درصد باشد. این موضوع امکان توسعه زراعت کلزا را به‌علت عدم همپوشانی با نشاکاری برنج فراهم می‌سازد. علاوه بر این، محلول‌پاشی مواد خشکاننده قبل

از برداشت و استفاده از روش برداشت غیرمستقیم (دو مرحله‌ای) می‌تواند جهت تسریع در کاهش رطوبت دانه و برداشت زودتر محصول کلزا مؤثر باشد. با توجه به اینکه در استان‌های شمالی کشور کشاورزان پس از برداشت کلزا اقدام به کشت برنج در اراضی شالیزاری می‌کنند، کشت ارقام بهاره و زودرس کلزا از جمله صفار، هایولا ۴۸۱۵ و دلگان توصیه می‌شود تا با برداشت زودتر محصول، از تأخیر در نشاکاری برنج اجتناب شود.

سطح زیر کشت کلزا در اراضی شالیزاری شمال کشور به دلایلی مانند غرقاب بودن اراضی شالیزاری، هم‌زمانی برداشت محصول کلزا با نشاکاری برنج و نبود خرید تضمینی یا نوسان شدید قیمت کلزا در سال‌های متوالی پایین است (حدود ۱۸ هزار هکتار). بنابراین راهکارهای زیر جهت رفع چالش‌های توسعه زراعت کلزا پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری پیشنهاد می‌شوند:

۱- مکان‌یابی و شناسایی مناطق مستعد برای توسعه زراعت کلزا در اراضی شالیزاری

۲- اجرای طرح جامع زه‌کشی و تعیین مناسب‌ترین فواصل زه‌کشی برای جلوگیری از شرایط غرقابی اراضی شالیزاری

۳- مدیریت مناسب عناصر غذایی جهت دستیابی به عملکرد پتانسیل کلزا

۴- رعایت تراکم مناسب بوته برای اجتناب از تاخیر در رسیدگی محصول کلزا

۵- استفاده از روش‌های کم خاک‌ورزی به‌دلیل سنگین بودن بافت خاک و دشوار بودن عملیات تهیه بستر بذر در روش خاک‌ورزی متداول

۶- تسهیل در خرید تضمینی و به موقع محصول کلزا

۷- اختصاص مقداری از زمین برای احداث خزانه برنج و یا استفاده از بانک نشاء برای جلوگیری از تاخیر در عملیات آماده‌سازی زمین و نشاکاری برنج

۸- معرفی ارقام با پتانسیل عملکرد بالا و طول دوره رشد کوتاه و یا واردات این ارقام با هدف اجتناب از هم‌زمانی برداشت محصول کلزا با نشاکاری برنج

۹- استفاده از روش برداشت غیرمستقیم کلزا جهت برداشت زودتر محصول

۱۰- برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای کشاورزان، مروجین و کارشناسان به‌منظور دستیابی به عملکرد پتانسیل کلزا

منابع مورد استفاده

References

Alizadeh, M.R., and Allameh, A. 2015. Soil properties and crop yield under different tillage methods of rapeseed cultivation in paddy fields. *Journal of Agricultural Sciences Belgrade*, 60(1), pp.11-22. https://doi.org/10.2298/JAS1501011A

Adamsen, F.J., and Coffelt, T.A. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. *Industrial Crops and Products*, 21(3), pp.293-307. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2004.04.012

Bayat, M., Rabiei, B., Rabiee, M., and Moumeni, A. 2008. Assessment of relationship between grain yield and important agronomic traits of rapeseed as second culture in paddy fields. *Journal of Crop Production and Processing*, 12(45), pp.475-486. [In Persian]. dor: 20.1001.1.22518517.1387.12.45.39.1

Daneshvar Rad, Z., Esfahani, M., Payman, M., Rabiee, M., and Samizadeh, H. 2009. Effect of seedbed preparation methods on grain yield, yield components and some growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop in paddy fields. *Journal of Crop Production and Processing*, 12(46), pp.189-202. [In Persian]. dor: 20.1001.1.22518517.1387.12.46.47.1

Dousti Pashakolaee, S., Shahnazari, A., and Jafari Talukolaee, M. 2017. Investigation of canola yield as a second crop in paddy fields under subsurface drainage. *Journal of Water and Soil Conservation*, 24(1), pp.237-249. [In Persian]. doi: 10.22069/jwfst.2017.11160.2549

Eliasi, H., Madani, H., Nasiri, M., and Shirani Rad, A.H. 2008. Determination of optimum planting date of canola cultivars as second crop in paddy fields in Amol region. 10th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding, Aug. 18-20, 2008, Karaj, Iran. [In Persian].

Fanaei, H.R., Amiri Oghan, H., Alam Khomram, M.H., Khosro Danaei, A., Askarei, A., Ghodratei, Gh., Kazerani, N., Faraji, A., Hazarjaribei, A., Rameh, V., Safe Amiri, S., Rahmanpour, S., Shariati, F., Shiraneirad, A.H., Sadeghei, H., Aeein, A., Khajadad Keshtegar, M., and Marefatzadehkhamenea, M. 2023. Saffar, new early mature canola variety suitable for cultivation in areas with limited cultivation season and delayed cultivation in warm climates of southern and northern Iran. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal*, 12(1), pp.17-36. [In Persian]. doi: 10.22092/rafhc.2023.355321.1287

Fani Akhlaghe. E., Daneshian, j., and Rabiee, M. 2102. Effect of zinc sulfate and manganese sulfate foliar application on yield and yield components of three cultivars of autumn canola in Gilan. 12th Iranian Crop Sciences Congress, Islamic Azad University Karaj Branch, Sep. 4-6, 2012, Karaj, Iran. [In Persian].

Farzam Sefat, A., Parsinejad, M., Yazdani, M.R., Shariatmadari, J., Noori, H., Moosavi, S.F., and Ejlali, F. 2010. Effect of drainage rate in different growth stages of canola as a second crop in paddy fields (Case Study: Guilan Province). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 41(1), pp.111-119. [In Persian]. dor: 20.1001.1.2008479.1389.41.1.12.1

Golmohammadi, M.J., and Nahvi, M. 2009. Effects of different dates of transplanting on rapeseed (*Brassica napus* L.) yield and its components as second crop after rice in Guilan (Rasht) conditions. *Journal of Agroecology*, 1(2), pp.81-87. [In Persian]. doi: 10.22067/jag.v1i2.2689

Hosseinzadeh, M.H., Esfahani, M., Rabiee, M. and Rabiei, B. 2008. Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop following rice. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 3(10), pp.281-302. [In Persian]. dor: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3

Hu, Q., Hua, W., Yin, Y., Zhang, X., Liu, L., Shi, J., Zhao, Y., Qin, L., Chen, C., and Wang, H. 2017. Rapeseed research and production in China. *The Crop Journal*, 5(2), pp.127-135. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.005

Jafarifar, S.S., Shirani Rad, A.H., and Rabiee, M. 2010. Effects of row spacing and nitrogen different rates on yield and yield components of rapeseed in paddy field of Guilan. *Journal of New Finding in Agricultural*, 4(2), pp.101-112. [In Persian].

Liu, M.F., Hu, X.P., Liao, Y.T., Liao, Q.X., Wan, X.Y., and Ji, M.Y. 2015 .Morphological parameters characteristics of mechanically transplanted plant in suitable transplanting period for different rape varieties. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 31(1), pp.79-88. http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2015.z1.011

Ma, B.L., and Herath, A.W. 2016. Timing and rates of nitrogen fertilizer application on seed yield, quality and

nitrogen-use efficiency of canola. *Crop Pasture Science*, 67(2), pp.167-180 .https://doi.org/10.1071/CP15069

Majidian, M., Shoja, T., and Rabiee, M. 2015. Effects of S, B, Zn, and their interaction on quantitative and qualitative yields of rapeseed as second crop in the paddy field. *Plant Productions*, 38(2), pp.35-50. [In Persian]. doi: 10.22055/ppd.2015.11252

Mehdipour, E., Sabouri, A., and Rabiee, M. 2022a. Yield comparison and determining the best harvesting time of different rapeseed (*Brassica napus* L.) lines as the second crop in rotation after rice in Guilan region. *Journal of Crop Production and Processing*, 11(4), pp.93-108. [In Persian]. doi: 10.47176/jcpp.11.4.35591

Mehdipour, E., Sabouri, A., and Rabiee, M. 2022b. Identification of a number of superior and adaptive rapeseed (*Brassica napus* L.) lines in terms of different agronomic and phenological traits in Rasht. *Journal of Plant Production Research*, 29(4), pp.83-99. http://doi.org/10.22069/jopp.2022.19781.2901

Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., and Stewart, L.A. 2015. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1), pp.1. http://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1

Motamed, M.K., Ghorbani Piralidehi, F., and Rahimnejad Balagafshe, Z. 2022. Analysis of factors affecting the adoption of canola cultivation (second crop) in the paddy fields of Guilan province. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 17(2), pp.1-10. [In Persian]. dor: 20.1001.1.20081758.1400.17.2.1.9

Mozafari, S., Pirdashti, H., Esmaili, M.A., Ramea, V., Heidarzade, A., and Mostafavian, S.R. 2011. Effect of planting date and source - sink limitation on grain yield and yield components in three rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(4), pp.482-498. [In Persian]. dor: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.2.5

Poisson, E., Trouverie, J., Brunel-Muguet, S., Akmouche, Y., Pontet, C., Pinochet, X., and Avice, J.C. 2019. Seed yield components and seed quality of oilseed rape are impacted by sulfur fertilization and its interactions with nitrogen fertilization. *Frontiers in Plant Science*, 10, pp.1-14. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00458

Rabiee, M. 2012. Effect of row spacing and nitrogen fertilizer rates on grain yield and agronomic characteristics of rapeseed cv. Hayola 308 as second crop in paddy fields of Guilan in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 27(4), pp.399-415. [In Persian]. doi: 10.22092/sppj.2017.110445

Rabiee, M., Karimi, M., and Safa, F. 2004. Effect of planting dates on grain yield and agronomical characters of rapeseed cultivars as a second crop after rice at Kouchesfahan. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 35(1), pp.177-187. [In Persian].

Rabiee M., Aliniya, F., and Tousi Kehal, P. 2011b. Effect of transplanting date on seed yield and its components of four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop in Rasht in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 27(3), pp.251-267. [In Persian]. doi: 10.22092/sppj.2017.110436

Rabiee, M., Alizadeh, M.R. and Rajabian, M. 2011a. Effect of tillage system and rice residue management on grain yield and its components of rapeseed (*Brassica napus* L.) as second crop in paddy fields. *Seed and Plant Production Journal*, 27(2), pp.147-164. [In Persian]. doi: 10.22092/sppj.2017.110429

Rabiee, M. and Tousi Kehal, P. 2011. Effects of nitrogen and potassium fertilizer levels on nitrogen use efficiency and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop after rice in Gilan region. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(3), pp.605-615. [In Persian]. dor: 20.1001.1.20084811.1390.42.3.18.8

Rabiee, M., and Jilani, M. 2012. Effect of nitrogen fertilizer levels and row spacing on grain yield and morphological characteristics of rapeseed as second cropping after rice. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal*, 8(3), pp.21-34. [In Persian].

Rabiee, M., Tousi Kahal, P., Esfahani, M., and Alinia, F. 2012. Effect of desiccants application on reduction of grain moisture content, early maturity, grain yield and oil content of oilseed rape (cv. Hyola 401) in Guilan province. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 14(3), pp.280-293. [In Persian]. dor: 20.1001.1.15625540.1391.14.3.6.1

Rabiee, M., Esfehani, M., Hosseini Imani, S.S., and Jilani, M. 2014a. Determination of the best harvesting time of rapeseed cultivars as second crop in paddy fields of North of Iran. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 45(2), pp.227-233. [In Persian]. doi: 10.22059/ijfcs.2014.51901

Rabiee, M., and Rahimi, M. 2014. Selection of the best rapeseed genotypes as second crop in paddy fields of Guilan. *Journal of Crop Production*, 7(1), pp.201-213. [In Persian]. dor: 20.1001.1.2008739.1393.7.1.11.4

Rabiee, M., Tousi, P. and Esfahani, M. 2014b. Effect of time and concentration of nitrogen fertilizer foliar spraying as complementary of soil nutrition on dry matter remobilization and seed and oil yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Crop Production and Processing*, 4(11), pp.53-66. dor: 20.1001.1.22518517.1393.4.11.5.9

Rabiee, M., Majidian, M., Alizadeh, M.R. and Kavoosi, M. 2021a. Effect of tillage system, planting method and nitrogen fertilizer rate on agronomic characteristics and seed yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cv. Dalgan in Guilan, Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 22(4), pp.335-349. [In Persian]. doi: 10.52547/abj.22.4.335

Rabiee, M., Majidian, M. and Kavoosi, M. 2021b. Effects of tillage systems, planting method and nitrogen amounts on the yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) and some properties of soil in paddy field conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(1), pp.221-237. [In Persian]. doi: 10.22034/saps.2021.12809

Rabiee, M., and Modarresi, M. 2021. Rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivation as second crop in paddy field. Narvan Danesh. [In Persian].

Rabiee, M., and Shaker Kouhi, S. 2024. Effects of tillage, planting method and nitrogen amounts on yield and economic indexes of rapeseed in paddy fields. 18th Iranian National & 4th International Crop Science Congress, Sep. 10-12, 2024, Mashhad, Iran. [In Persian].

Rahimi-Moghaddam, S., Eyni-Nargeseh, H., Ahmadi, S.A.K. and Azizi, K. 2021. Towards withholding irrigation regimes and drought-resistant genotypes as strategies to increase canola production in drought-prone environments: A modeling approach. *Agricultural Water Management*, 243, pp.106487. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106487

Rameeh, V. 2016. Effect of delayed sowing on reduction of agronomical traits and grain yield of rapeseed

lines and varieties in Mazandaran. *Applied Field Crops Research*, 29(4), pp.13-24. [In Persian]. doi: 10.22092/aj.2017.100507.1002

Rameeh, V., and Salimi, M.B. 2015. Effect of different nitrogen rates on phenology, plant height, yield components and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Plant Production*, 2(1), pp.1-12. [In Persian].

Soleimanzadeh, G., Soltani, A., Torabi, B., Ebrahimi, H., and Shakeri, E. 2020. Modeling the effect of pot culture on yield and water use of soybean in gorgan. *Journal of Crop Production and Processing*, 10(3), pp.111-125. [In Persian]. doi: jcpp.iut.ac.ir/article-1-2981-fa.html

Torabi, H., Naghdibadib, H.A., Omidi, H., Amirshekaria, H., and Miransari, M. 2008. Effects of soil tillage, canola (*Brassica napus* L.) cultivars and planting date on canola yield, and oil and some biological and physical properties of soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54(2), pp.175-188. http://doi.org/10.1080/03650340701814292

Tousi Kehal, P., Esfahani, M., Rabiee, M., and Rabiei, B. 2011. Effect of concentration and time of supplementary nitrogen fertilizer application on yield and NUE of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop in paddy field. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(2), pp.387-396. [In Persian]. dor: 20.1001.1.20084811.1390.42.2.17.5

Xu, Z.H., Luo, T., Rao, N., Yang, L., Liu, J.H., Zhang, C.N., and Hu, L.Y. 2019. High yield achieved by early-maturing rapeseed with high light energy and temperature production efficiencies under ideal planting density. *Crop Science*, 59, pp.351-362. https://doi.org/10.2135/cropsci2018.04.0255

Yang, M., Zheng, C., Zhou, Q., Huang, F., Liu, C., and Wang, H. 2013. Minor components and oxidative stability of cold-pressed oil from rapeseed cultivars in China. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29, pp.1–9. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.08.009

Yazdani, M.R., Ghodsi, M. and Mousavi, S.F. 2007. Comparison of type and distance of open drains in rapeseed cultivation after rice in Rasht. *Journal of Crop Production and Processing*, 11(1), pp.1-12. [In Persian]. dor: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.1.8

Zhang, H., Berger, J.D. and Herrmann, C. 2017. Yield stability and adpatability of canola (*Brassica napu* L.) in multiple environment trials. *Euphytica*, 7(155), pp.1-21. https://doi.org/10.1007/s10681-017-1948-7

Zheng, Q., and Liu, K. 2022. Worldwide rapeseed (*Brassica napus* L.) research: A bibliometric analysis during 2011-2021. *Oil Crop Science*, 7(4), pp.157-165. https://doi.org/10.1016/j.ocsci.2022.11.004